

## 3年間の筋力トレーニングが高齢者の体力および 移動動作能力に及ぼす影響

池添 冬芽\*, 浅川 康吉\*\*, 島 浩人\*\*\*

The Effects of a 3-Year Resistance Training on Physical Fitness and Mobility in the Elderly

Tome IKEZOE\*, Yasuyoshi ASAKAWA\*\* and Hiroto SHIMA\*\*\*

**Abstract:** This study investigated the effects of a 3-year resistance training on physical fitness and mobility in the institutionalized elderly persons. The subjects comprised 20 elderly aged  $80.1 \pm 6.0$  years. They were assigned to the control group ( $n=6$ ) and the training group ( $n=14$ ). Low intensity training was performed for 3 years, four to six times per week, for 20 min a session. Before and after intervention, quadriceps strength, grip strength, balance (functional reach), Functional Independence Measure (FIM), and ambulatory status were assessed. Quadriceps strength tend to improve from  $1.02 \pm 0.25$  Nm/kg to  $1.24 \pm 0.43$  Nm/kg for the training group, but not for the control group. Functional reach in the control group was significantly less than those in the training group after training. Grip strength and ambulatory status were decreased in the control group, whereas there was no change in the training group. These results suggest that low intensity training is effective method of increasing strength and maintaining balance and mobility in frail elderly persons.

**Key Words:** Elderly, Resistance training, Long-term effects, physical fitness

### はじめに

体力要素のなかでも、筋力は加齢に伴う低下が著明であり、20~30歳代をピークとして、80歳代までに約30~40%低下する<sup>1)</sup>。この加齢による筋力低下は上肢よりも下肢においてその程度が大きいとされている<sup>2)</sup>。下肢筋力の低下は、高齢者の転倒事故<sup>3,4)</sup>や歩行や階段昇降能力といった移動動作能力の低下<sup>5-8)</sup>に大きく関与する要因であると考えられている。このようなことから、高齢者の下肢筋力の維持・向上は、介護予防対策あるいは転倒予防対策として重要な課題となっている。

近年、高齢者であっても筋力トレーニングを実施すると、筋肥大を伴う筋力増強効果が得られることが数

多く報告されるようになってきた。しかし、これらの報告のほとんどが6~12週の短期間でのトレーニング効果であり<sup>9-11)</sup>、高齢者に対する筋力トレーニングの長期的効果については明らかではない。

そこで本研究では、低負荷で簡単な筋力トレーニングを3年間継続することが、施設に入所している虚弱高齢者の体力や移動動作能力にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

### 方 法

#### 1. 対 象

対象は養護老人ホームに入所している高齢者20名(女性17名, 男性3名)とした。対象者の平均年齢は $80.1 \pm 6.0$ 歳(70~96歳)であった。なお、脳血管障害、変形性関節症、慢性関節リウマチなどの身体機能障害を有する者や重度の痴呆症状などが認められる者は除外した。

#### 2. 体力の評価

体力評価として、膝伸展筋力、握力、バランステスト(Functional reach テスト)を測定した。

膝伸展筋力は椅座位にて徒手保持型マイオメーター(OG 技研マスキュレーター GT-10)を用いて測定を行った。予備測定のうち、膝関節屈曲90度位における最大努力下での等尺性膝伸展筋力(kg)を2回測定

\* 京都大学医学部保健学科理学療法学専攻  
〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町53  
Department of Physical Therapy, School of Health  
Sciences, Faculty of Medicine, Kyoto University

\*\* 群馬大学医学部保健学科理学療法学専攻  
〒371-8514 前橋市昭和町 3-39-15  
Department of Physical Therapy, Faculty of Medicine,  
Gunma University

\*\*\* 京都市身体障害者リハビリテーションセンター  
〒604-8854 京都市中京区壬生仙念町30  
Kyoto Municipal Rehabilitation Center for the Disabled

受稿日 2006年9月12日

受理日 2006年9月30日

し、その最大値をデータとして採用した。この値よりレバーアーム長を乗じた筋トルク値を算出し、さらに体重比百分率に換算して体重比膝伸展トルク値 (Nm/kg) を求めた。測定は左右両側について行い、左右両側の平均値を求めた。

握力は椅座位にてスメドレー型握力計を使用して左右両側の測定を行った。測定は左右それぞれ2回ずつ行い、その最大値をデータとして採用し、さらに左右両側の平均値を求めた。

バランステストとして、Functional reach テスト<sup>12)</sup>を実施し、開脚立位で利き手側上肢を肩関節90°屈曲し、そこから上肢をそのまま水平に最大限前方に突出させることのできる距離を測定した。

### 3. 移動動作能力の調査

移動動作能力として、Functional Independence Measure (以下、FIM)<sup>13)</sup> および歩行移動範囲について調査を行った。

FIM による評価では、移動・移乗に関する項目、すなわち①ベッド、椅子、車椅子への移乗、②トイレへの移乗、③浴槽、シャワー使用場所への移乗、④歩行、⑤階段の5項目について実施した。この5項目についてFIMの評価段階に基づき、完全自立の7点から全介助の1点までの7段階評価を行った。したがって、FIMによる評価では35点が最高得点となり、移動・移乗の5項目すべてが完全自立であることを示している。

歩行移動範囲については、以下の4段階で評価した。

- 1) 遠位屋外移動自立：公共交通機関を利用して、屋外に外出することができるレベル
- 2) 近位屋外移動自立：公共交通機関は利用できないが、周辺の散歩や買い物程度ならできるレベル
- 3) 施設内完全自立：施設内の移動はおおむね自立しているが、一人で外出はできないレベル
- 4) 施設内一部介助：施設内の移動に関して、一部介助を要するレベル

### 4. 筋力トレーニングプログラム

トレーニングプログラムは座位での膝関節伸展運動、立位での股関節屈曲および外転や足関節底屈運動、椅子からの立ち座り運動等、下肢の筋機能向上を目的としたメニューとした(図1)。1回につき約20

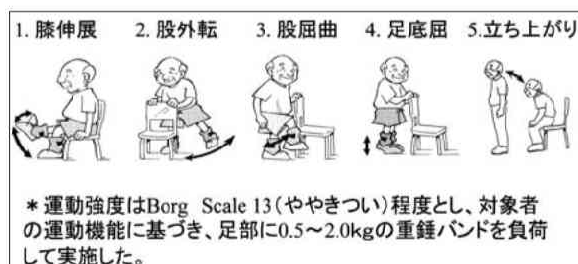


図1 運動プログラム

分のプログラムをグループ体操の形態で実施し、週4~6日の割合で3年間継続した。なお、運動強度はBorgの自覚的運動強度スケールで13(ややきつい)程度とし、対象者の体力レベルに基づき、足部に0.5~2.0kgの重錘バンドを負荷して実施した。トレーニング期間中は定期的に理学療法士が運動指導にあたった。

### 5. 分析

対象者を3年間トレーニングを継続した群(訓練群)とトレーニングに参加しなかった群(非訓練群)とに分類し、訓練群と非訓練群の膝伸展筋力、握力、バランス能力(functional reach テスト)および移動能力を比較した。介入前後における訓練群、非訓練群それぞれの体力を対応のあるt検定を用いて比較した。また、訓練群と非訓練群における開始前の基本特性および体力をMann-Whitney検定により比較した。

## 結 果

### 1. 対象者の基本特性について

開始前における訓練群と非訓練群の基本特性を表1に示した。これら基本特性についてはいずれも2群間に有意差は認められなかった。

なお、トレーニングや体力の評価において、心肺系や整形外科的な有害事象がおこった対象者はみられなかった。

### 2. 体力の変化について

膝伸展筋力、握力、Functional reachの介入前後の変化を図2~4に示す。開始前における膝伸展筋力、握力、Functional reachはいずれも訓練群、非訓練群との間に有意差はみられなかった。

表1 対象者の基本特性

	訓練群	非訓練群
対象者数	6名(女性6名)	14名(男性3名,女性11名)
年齢(歳)	79.0±5.3	80.6±6.2
体重(kg)	43.2±7.2	46.2±5.6
身長(cm)	144.8±4.6	146.2±5.4
BMI	20.6±3.7	22.1±3.0

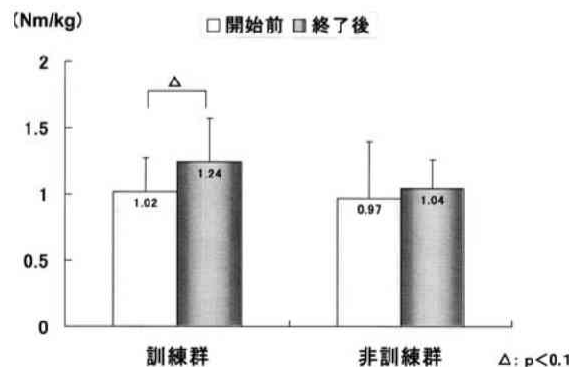


図2 膝伸展筋力の変化

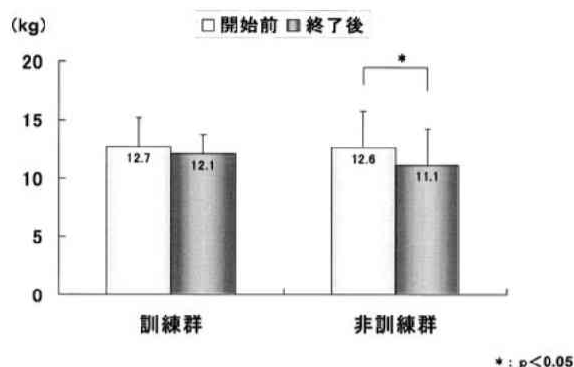


図3 握力の変化

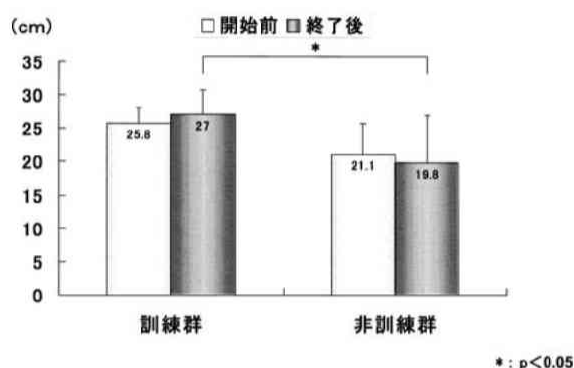


図4 Functional reach の変化

膝伸展筋力は訓練群においては訓練開始前  $1.02 \pm 0.25$  Nm/kg から訓練終了後  $1.24 \pm 0.43$  Nm/kg へと有意ではなかったものの増加傾向が認められた ( $p < 0.1$ )。一方、非訓練群においては開始前と終了後の比較では有意差は認められなかった。握力は訓練群では3年後に変化はみられなかったのに対して、非訓練群では開始前  $12.6 \pm 3.1$  kg, 終了後  $11.1 \pm 3.1$  kg と有意な低下を認めた ( $p < 0.05$ )。Functional reach テストは、訓練群・非訓練群ともに3年間で有意な変化はみられなかった。また開始前の Functional reach については、訓練群と非訓練群との間に有意差は認められなかったが、終了後の Functional reach は訓練群より非訓練群の方が有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ )。

### 3. 移動動作能力の変化について

開始前の FIM スコアは訓練群で  $32.8 \pm 2.2$  点, 非訓練群で  $28.5 \pm 4.3$  点であり, 2 群間で有意差はなかった。開始前と訓練終了後における FIM の評価の比較では, 訓練群, 非訓練群ともに, 3年間で FIM の評価段階が変化したものはみられなかった。

歩行移動範囲の変化を表2に示す。開始前と訓練終了後における歩行移動範囲の比較では, 訓練群においては歩行移動範囲が変化したものはみられなかった。一方, 非訓練群においては3年後に歩行移動範囲の段階が減じたものが3例みられ, 近位屋外自立から施設内自立レベルに低下したものが2名, 施設内完全自立から施設内一部自立レベルに低下した者が1名であった。

## 考 察

近年, 高齢者に対する筋力トレーニングが積極的に試みられてきている。しかしながら, 活動的な健康高齢者を対象とした短期的なトレーニング効果のみをみているものが多く, 体力水準の低い虚弱高齢者に対する長期的な筋力トレーニング効果については報告が少ないのが現状である。一般的に, 施設に入所している高齢者は在宅高齢者と比較して体力レベルが低いことが指摘されている。例えば, 在宅高齢女性の握力の平均値は  $25.4$  kg と, 本研究の対象者よりも高い値が報告されている<sup>14)</sup>。このような身体的に虚弱な施設入所高齢者は体力の衰えによって, 介護の重度化や寝たきりに陥りやすいことが問題視されている。本研究では, 3年間の筋力トレーニングを施設入所高齢者に実施し, 体力や移動動作能力に及ぼす長期的効果を検討した。

本研究の結果, トレーニングを行わなかった非訓練群においては膝伸展筋力の変化はみられなかったのに対して, 3年間運動を継続した訓練群においては膝伸展筋力の増加傾向が認められた。このことから, 体力水準の低い虚弱な施設入所高齢者においても, 簡便な筋力トレーニングを実施することによって, 下肢筋力の改善傾向が得られることが示された。さらに, ターゲット筋ではなかった握力に関しても, 非訓練群では有意に減少したのに対して, 訓練群では3年間維持されていることが確認された。また Functional reach テストについては, 介入前後で変化がみられず, 今回の運動プログラムではバランス能力を改善するには強度・難易度が低かったと考えられた。しかしながら, 開始前の functional reach の値は訓練群と非訓練群との間に有意差はみられなかったのに対して, 3年後の functional reach の値は訓練群よりも非訓練群の方が

表2 歩行移動範囲の変化

	訓練群		非訓練群	
	開始前	終了後	開始前	終了後
遠位屋外自立	4名 (66.7%)	4名 (66.7%)	6名 (42.9%)	6名 (42.9%)
近位屋外自立	2名 (33.3%)	2名 (33.3%)	2名 (14.2%)	0名 (0%)
施設内完全自立	0名 (0%)	0名 (0%)	6名 (42.9%)	7名 (50.0%)
施設内一部介助	0名 (0%)	0名 (0%)	0名 (0%)	1名 (7.1%)

有意に低い値を示し、運動トレーニングの有無により、3年間でバランス能力に差が生じることが確認された。

また、FIM のスコアについては訓練群、非訓練群ともに3年間で変化は認められなかった。日常生活動作能力の大きな改善を意味する FIM スコアを上げるためには、より大きな体力の改善が必要であることが推測される。歩行移動範囲については、訓練群では全例において3年の間、歩行移動範囲が維持できていたのに対して、非訓練群においては3年間で歩行移動範囲が低下した者が3例認められ、簡単な運動プログラムを継続することによって、歩行移動範囲レベルの低下を遅らせることが可能であることが示唆された。

通常、筋力トレーニングの運動強度は筋力増強・筋肥大を目的とするのであれば、Borg 主観的運動強度スケールで15-17 (きつい-とてもきつい) が目安とされており<sup>15)</sup>、トレーニング強度が高いほど筋力・筋量増加効果が期待できる。しかしながら、これは健康な高齢者に対する監視下でのプログラムの目安であり、より体力の低い施設入所高齢者においては、比較的低い運動強度であっても高い筋力増強効果が認められるとの報告<sup>16, 17)</sup>もあり、虚弱高齢者に対する適切な運動強度については議論されている。運動強度が低くても運動の頻度を増やすことによって、高強度と同様の筋力増強効果が得られることが報告されており<sup>18)</sup>、運動継続率や傷害発生の予防、血圧上昇の予防等も考慮すると、低強度の方が虚弱高齢者では有利な点が多い。また、虚弱高齢者に対しては、安全性が高く、簡単に理解しやすく、特殊な機器を必要とせずどこでも実施でき、運動を継続しやすい運動プログラムを処方し、長期的な運動習慣の確立を目指すことが大切である。このような観点から、本研究における筋力トレーニングでは、重錘バンドや自重を負荷として用いた簡便な運動プログラムとし、運動強度も比較的強く設定した。今回のトレーニングにおいて、心肺系や整形外科的な有害事象がおこった対象者はみられず、本運動プログラムは虚弱高齢者に対しても安全に、長期間継続することが可能であった。さらに低負荷刺激であっても筋力やバランスといった体力の維持、日常生活の自立を保つことも可能であることが示唆された。このような簡便な運動を日々継続することが、体力水準の低い高齢者の体力や移動動作能力を保持する対策として有効であると思われる。

## 結 論

施設入所高齢者を対象にして、重錘バンド等を用いた簡便な筋力トレーニングプログラムを3年間実施し、体力や移動動作能力がどのように変化するかを検討した。

運動負荷強度の低い筋力トレーニングであっても、膝伸展筋力の改善傾向が得られることや握力・バランス能力の維持、そして移動範囲縮小の予防が可能であることが示唆された。このようなトレーニングを長期間継続することが身体的に虚弱な高齢者の介護予防対策として有用であると考えられた。

## 文 献

- 1) Doherty TJ: Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 2003; 95(4): 1717-1727
- 2) Bembem MG, Massey BH, Bembem DA, et al: Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20-74-yr-old men. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 11: 1302-1310
- 3) Ikezoe T, Asakawa Y, Tsutou A: The relationship between quadriceps strength and balance to fall of elderly admitted to a nursing home. *J Phys Ther Sci*, 2003; 15: 75-79
- 4) Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM: The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J Am Geriatr Soc*, 1987; 35(1): 13-20
- 5) Ikezoe T, Asakawa Y, Aoki N, et al: Muscle strength and muscle endurance required for independent walking in the elderly. *J Phys Ther Sci*, 1997; 9: 19-22
- 6) Bassey EJ, Fiatarone MA, O'Neill EF, et al: Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond)*, 1992; 82(3): 321-327
- 7) Rantanen T, Guralnik JM, Izmirlian G, et al: Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. *Am J Phys Med Rehabil*, 1998; 77(4): 299-305
- 8) Gibbs J, Hughes S, Dunlop D, et al: Predictors of change in walking velocity in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 1996; 44(2): 126-132
- 9) Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al: Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 1988; 64: 1038-1044
- 10) Moritani T, deVries HA: Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J Gerontol*, 1980; 35(5): 672-682
- 11) Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al: Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol*, 1991; 70(5): 1912-1916
- 12) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 1990; 45(6): M192-197
- 13) Guide for the Uniform Data Set for Medical Rehabilitation (adult FIM), State Univ New York, Buffalo, 1993
- 14) van Heuvelen MJ, Kempen GI, Brouwer WH, et al: Physical fitness related to disability in older persons. *Gerontology*, 2000; 46(6): 333-341
- 15) Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD: A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc*, 2003; 35(3): 456-464

池添, 他: 3年間の筋力トレーニングが高齢者の体力および移動動作能力に及ぼす影響

- 16) Ikezoe T, Tsutou A, Asakawa Y, Tsuboyama T: Low intensity training for frail elderly women: long-term effects on motor functions and mobility. *J Phys Ther Sci*, 2005; 17: 43-49
- 17) Hunter GR, Treuth MS: Relative training intensity and increase in strength in older women. *J Str Cond Res*, 1995; 9: 188-191
- 18) Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin SA, Lennon SL, Gabr AH, Lowenthal DT: Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc*, 2002; 50(6): 1100-1107